

51

Int. Cl. 2:

**F 02 D 21/08**

F 02 B 19/08

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

**DE 29 24 926 A 1**

11

# **Offenlegungsschrift 29 24 926**

21

Aktenzeichen: P 29 24 926.1-13

22

Anmeldetag: 20. 6. 79

43

Offenlegungstag: 17. 1. 80

31

Unionspriorität:

32 33 31

22. 6. 78 Japan P 75578-78

54

Bezeichnung: Dieselmotor mit einer Nebenkammer in seinem Zylinderkopf

71

Anmelder: Nissan Motor Co., Ltd., Yokohama, Kanagawa (Japan)

74

Vertreter: Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dr.-Ing.;  
Stockmair, W., Dr.-Ing. Ae.E.; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.;  
Jakob, P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Pat.-Anwälte,  
8000 München

72

Erfinder: Hamai, Kyugo, Yokosuka (Japan)

Prüfungsantrag gem. 5 28 b PatG ist gestellt

**DE 29 24 926 A 1**

**BEST AVAILABLE COPY**

PATENTANWÄLTE

2924926

A. GRÜNECKER

DPL-ING

H. KINKELDEY

DR-ING

W. STOCKMAIR

DR-ING - AMICALTECH

K. SCHUMANN

DR. RER. NAT. - DPL.-PHYS.

P. H. JAKOB

DPL-ING

G. BEZOLD

DR. RER. NAT. - DPL.-CHEM.

8 MÜNCHEN 22

MAXIMILIANSTRASSE 49

NISSAN MOTOR CO., Ltd.  
2, Takara-Cho, Kanagawa-Ku,  
Yokohama City, Japan

P 13 955 Sch/ht.

Dieselmotor mit einer Nebenkammer in seinem Zylinderkopf

---

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Dieselmotor mit einer Nebenkammer in seinem Zylinderkopf, gekennzeichnet durch eine Abgasrückführleitung (15, 22), die das Auspuffsystem des Motors mit der Nebenkammer (8) verbindet, um das Abgas des Motors zurückzuführen, eine Ventileinrichtung (16), die synchron zur Motorumdrehung zum Öffnen und Schliessen der Abgasrückführleitung arbeitet, und eine Steuereinrichtung (25), die die Menge an rückgeführtem Abgas entsprechend den jeweiligen Belastungsbedingungen des Motors einstellt, wobei die Abgasrückführung während einer Zeit erfolgt, die vom Beginn des Ansaughubes des Motors bis zur Anfangsphase des Kompressionshubes des Motors verstreicht.

- 2 -

909883/0693

2. Dieselmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventileinrichtung (16) über einen Nockenmechanismus (19) angetrieben ist.

3. Dieselmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventileinrichtung (16) aus einem Schliessventil (20) gebildet ist, das auf einen Differentialdruck zwischen der Nebenkammer (8) und der Abgasrückführung (15) anspricht.

4. Dieselmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventileinrichtung (16) ein elektromagnetisches Ventil umfasst, das entsprechend einem Signal arbeitet, das von einer Einrichtung zur Erfassung der Stellung der Motorumdrehung erhalten wird.

5. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgasrückführung (15) so angeordnet ist, dass sie eine Nebenkammer (8) eines Zylinders während einer Zeitdauer, die mit dem Ansaughub beginnt und bis zur Anfangsphase des Kompressionshubes dauert, mit einem Auslassteil des anderen Zylinders bei der Anfangsphase des Ausstosshubes verbindet.

6. Dieselmotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abgasrückführung ein eine Gegenströmung verhinderndes Ventil angeordnet ist.

7. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (25) zum Einstellen der Menge an rückgeführtem Abgas ein in der Motoransaugleitung (1) vorgesehenes Drosselventil (30) ist.

8. Dieselmotor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Drosselventil (30) mit einem Steuerhebel (27) der Treibstoffeinspritzpumpe verbunden und die Menge an rückgeführtem Abgas entsprechend der Motorbelastung einstellbar ist.

9. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (25) zum Verstellen der Menge an rückgeführtem Abgas ein elektromagnetisches Ventil (31), das in der Abgasrückführleitung (22) eingefügt ist, und einen Thermoschalter (32) umfasst, der das elektromagnetische Ventil schliesst, wenn sich der Motor im kalten Zustand befindet.

10. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (25) zum Verstellen der Menge an rückgeführtem Abgas ein elektromagnetisches Ventil (31), das in der Abgasrückführleitung (22) eingefügt ist, und einen Belastungsschalter (33) umfasst, der den Winkel des Steuerhebels (27) der Treibstoffeinspritzpumpe erfasst und das elektromagnetische Ventil schliesst, wenn sich der Motor im Vollastzustand befindet.

11. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (25) zum Verstellen der Menge an rückgeführtem Abgas ein in der Motoransaugleitung (1) vorgesehenes Drosselventil (30), das auf den Betriebszustand des Motors anspricht, ein in der Abgasrückführleitung (22) eingefügtes elektromagnetisches Ventil (31), einen Thermoschalter (32) zum Schliessen des elektromagnetischen Ventils bei im kalten Zustand befindlichem Motor und einen Belastungsschalter (33) umfasst, der das elektromagnetische Ventil schliesst,

wenn sich der Motor im Vollastzustand befindet.

12. Dieselmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abgasrückführleitung (22) eine Pumpe (35) angeordnet ist, die synchron zur Motorumdrehung angetrieben ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Dieselmotor mit einer Neben- oder Wirbelkammer im Zylinderkopf und einem verbesserten Abgasrückführsystem.

Bei manchen herkömmlichen Dieselmotoren mit einer Neben- oder Wirbelkammer im Zylinderkopf wurde ein Abgasrückführsystem vorgesehen, das im wesentlichen der Ausbildung nach Fig. 1 entspricht und dazu dient, den bei der Verbrennung entstehenden Anfall an NOx herabzusetzen.

Bei einem derartigen herkömmlichen Dieselmotor steht die Abgasrückführleitung 2 (Fig. 1) mit dem Ansaugkrümmer 1 in Verbindung und wird eine Mischung aus Ansaugluft und rückgeführtem Abgas in die Hauptverbrennungskammer 5 über eine Ansaugöffnung 3 und ein Einlassventil 4 eingegeben. Ein Treibstoffnebel wird von einem Treibstoffeinspritzventil 9 in eine Wirbelkammer 8 eingespritzt, die im Zylinderkopf 7 nahe dem oberen Totpunkt beim Kompressionshub des Kolbens 6 ausgebildet ist. Daher wird der eingespritzte Treibstoff weiter komprimiert und in der Gasmischung gezündet.

Dieses System bewirkt eine Verringerung der Bildung von NOx, indem die höchste Verbrennungstemperatur herabgesetzt wird, da die Verbrennung in Gegenwart einer grösseren Menge von im wesentlichen inertem rückgeführtem Abgas mit hoher Wärmekapazität erfolgt.

Das Verbrennungsverhalten von einem derartigen mit einer Neben- oder Wirbelkammer ausgestatteten Dieselmotor ist im wesentlichen eine Diffusionsverbrennung, bei der die Flamme in der Hauptverbrennungskammer 5 zusammen mit nicht

verbranntem vernebelten Treibstoff und in Verbindung mit einem Druckanstieg durch eine Düse oder verengte Durchlasspassage 10 nach der Zündung in der Wirbelkammer 8 ausgestossen wird.

Bei einer derartigen Diffusionsverbrennung erfolgt keine Flammenausbreitung in Bereichen, wo kein vernebelter Treibstoff vorliegt. Hierin liegt ein deutlicher Unterschied gegenüber der Verbrennung eines Gemisches in einem Benzinmotor, bei dem die Verbrennungskammer zunächst mit einem Gasgemisch gefüllt wird.

Um den Anfall an NOx durch ein Abgasrückführsystem unter einen bestimmten Wert herabzusetzen, muss das rückgeführte Abgas in dem Verbrennungsbereich des Motors, an dem der eingespritzte vernebelte Treibstoff vorliegt, vorhanden sein.

Dennoch wird bei dem herkömmlichen System das rückgeführte Abgas über die Hauptverbrennungskammer 5 eingegeben. Wenn daher die Abgaskonzentration auf einem ausreichend hohen Wert in der Wirbelkammer 8 und in dem Bereich, in dem der verteilte Treibstoffnebel vorliegt, gehalten werden soll, bedingt dies eine Einführung einer überschüssigen Menge an rückgeführtem Abgas über die gesamte Fläche der Hauptverbrennungskammer 5.

Unter gewissen Fahrbedingungen eines mit einem derartigen Motor ausgestatteten Fahrzeuges kann die Menge an eingeführtem Abgas Werte von 50 % bis 80 % erreichen. Die Zunahme an rückgeführtem Abgas kann eine perfekte Verbrennung so weit verhindern, dass eine unerwünschte Zunahme an HC·CO eintritt, obgleich der Anfall an NOx hierdurch verringert werden kann.

Man hat schon vorgeschlagen, im Abgassystem eines Motors einen Wärmereaktor oder einen oxidierenden Katalysator vorzusehen, um eine derartige Erhöhung der Produktion von HC zu unterdrücken. Da bei einem Dieselmotor jedoch die Abgastemperatur nicht so hoch wie bei einem Benzinmotor ist, erweist sich der Wirkungsgrad der Reaktion in derartigen vorgeschlagenen Systemen als nicht ausreichend. Deshalb bereiten die herkömmlichen Abgasrückführsysteme grosse Schwierigkeiten hinsichtlich der Lösung des Problems, den Anfall an nicht verbranntem HC-CO zu vermeiden.

Ziel der Erfindung ist daher die Lösung des vorgenannten mit dem herkömmlichen Abgasrückführsystem verbundenen Problems. Diese Lösung wurde unter Beachtung des Umstandes gefunden, dass die Verbrennung eines mit einer Neben- oder Wirbelkammer ausgestatteten Dieselmotors eine Diffusionsverbrennung darstellt, deren Zentrum in der Wirbelkammer liegt, und dass der Hauptteil der ausgestossenen NOx-Gase momentan bei der Anfangsperiode der Verbrennung durch eine plötzliche anfängliche Wärmeentwicklung in der Wirbelkammer und durch die daraus resultierende hohe Gastemperatur erzeugt wird.

Die Erfindung schafft daher einen mit einer Neben- oder Wirbelkammer ausgestatteten Dieselmotor mit einem Abgasrückführsystem, das die Produktion von Nox wirksam herabsetzt, wobei das Vorliegen von einer überschüssigen Menge an rückgeführtem Abgas im gesamten Bereich der Verbrennungskammer dadurch vermieden wird, dass das rückgeführte Abgas konzentrisch in die Neben- oder Wirbelkammer eingegeben wird, so dass nur der Verbrennungsbereich in diesem Raum von rückgeführtem Abgas umgeben ist.

Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der Zeichnung nachfolgend näher erläutert. Es zeigen:



- Fig. 1 eine querschnittene Ansicht von einem Hauptteil eines konventionellen Wirbelkammerdieselmotors,
- Fig. 2 eine querschnittene Ansicht des entsprechenden Teils von einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäss aufgebauten Wirbelkammerdieselmotors,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf den Motor nach Fig. 2,
- Fig. 4 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäss aufgebauten Motors,
- Fig. 5 ein der Erläuterung dienendes Diagramm der Öffnungs- und Schliesszeiten der Ventile,
- Fig. 6 eine Draufsicht auf eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäss aufgebauten Motors,
- Fig. 7 eine querschnittene Ansicht des Motors nach Fig. 6, und
- Fig. 8 ein erläuterndes Diagramm bezüglich der gegenseitigen Beziehung der Öffnungs- und Schliesszeitpunkte der Einlass- und Auslassventile von einem Vierzylinder-motor.

Bei der ersten in Fig. 2 und 3 gezeigten Ausführungsform der Erfindung erstreckt sich die Abgasrückführleitung 15 durch einen Zylinderkopf 7 und ist über eine Ventileinrichtung 16 mit der Wirbelkammer 8 verbunden.

Wie dargestellt, umfasst die Ventileinrichtung 16 einen Nockenmechanismus 19, der mit einem anderen Nockenmechanismus 18 zur Steuerung der Öffnungs- und Schliessbewegung des

Ansaugventils 4 der Hauptverbrennungskammer 5 verkuppelt ist, während durch den Nockenmechanismus 19 ein als Tellerventil ausgebildetes Schliessventil 20 gesteuert wird. Alternativ hierzu können jedoch die Ventile auch durch elektromagnetische Ventile oder durch Ventile ersetzt werden, die auf den Differenzdruck zwischen Auslassdruck und Einlassdruck ansprechen.

In jedem Fall sollte die Öffnungszeit des Ventils 20 der Ventileinrichtung 16 so eingestellt werden, dass das rückgeführte Gas während einer Zeitdauer eingeführt wird, die von dem Ende des Ansaughubes bis zum Beginn des Kompressionshubes verstreicht, damit der wesentliche Teil des rückgeführten Gases nur in der Wirbelkammer verbleibt. Um diese Bedingung zu erfüllen, wird die Öffnungszeit des Schliessventiles 20 in geeigneter Weise anhand der Nockenphase des Nockenmechanismus eingestellt, sofern einnockengesteuertes Schliessventil vorgesehen ist. Wird ein elektromagnetisches Ventil verwendet, so erfolgt die Einstellung der Öffnungszeit mittels eines elektrischen Signals von einer den Drehwinkel der Nockenwelle erfassenden Vorrichtung. Falls ferner ein auf Druck ansprechendes Ventil verwendet wird, erfolgt dessen Verstellung durch den hervorgerufenen Differenzdruck, wobei es weiter genau durch den Drehwinkel über die Betriebsdauer gesteuert wird.

Die Abgasrückführleitungen 15, die mit jeder Wirbelkammer 8 am betreffenden Zylinder in Verbindung stehen, sind gemeinsam über eine gemeinsame Leitung 22 mit einem Auspuffkrümmer 23 verbunden.

Ein Dieselmotor ist nicht mit einem Drosselventil wie ein Benzinmotor ausgerüstet. Ein Dieselmotor ist im allgemeinen so ausgelegt, dass er auf eine Änderung der Motorbelastung durch Verstellung der eingespritzten Treibstoffmenge anspricht.

Daher ist der Druckunterschied zwischen dem Einlassverteiler 1 und Auslassverteiler 23 vergleichsweise gering. Infolge davon bewirkt das Vorsehen eines Kurzschlussweges durch die Abgasrückführleitung 15 zwischen den beiden Verteilern keine Abgabe von einer erforderlichen Menge an rückgeführtem Abgas und ist ferner die Steuerung der Strömungsgeschwindigkeit schwierig.

Zur Steuerung der Menge an rückgeführtem Abgas auf einen geeigneten Wert durch Vorsehen von einer bestimmten einlassseitigen Unterdruckhöhe an der Seite der Wirbelkammer 8 entsprechend der Fahrbedingung ist eine Steuervorrichtung 25 für die Abgasrückführung an der Verbindungsstelle der Einlassverteiler 1 vorgesehen. Die Steuervorrichtung 25 umfasst ein Drosselventil 30, das durch einen Verknüpfungshebel 28 und einen Steuerhebel 27 der Treibstoffeinspritzpumpe 26 betätigt wird.

Nach Fig. 3 ist ferner Teil der Steuervorrichtung 25 ein elektromagnetisches Ventil 31, das in die Abgasrückführleitung 22 eingesetzt ist. Dieses elektromagnetische Ventil 31 wird von einer Batterie über einen in Reihe geschalteten auf Temperatur ansprechenden Thermoschalter 32 erregt, wobei der Thermoschalter 32 in Ausstellung gelangt, wenn die Temperatur des Motorkühlwassers niedriger als eine bestimmte Temperatur ist. Das elektromagnetische Ventil 31 ist ferner in Reihe mit einem Belastungsschalter 33 geschaltet, der sich in der Ausstellung befindet, wenn der Winkel des Steuerhebels 27 der Treibstoffeinspritzpumpe eine Vollaststellung einnimmt.

Fig. 3 zeigt einen wesentlichen Abschnitt des erfindungsgemäss aufgebauten Motors. Dabei sind gleiche Teile, wie in Fig. 1 mit gleichen Bezugszeichen versehen, so dass sich eine erneute Erläuterung erübrigt.

Entsprechend der erfindungsgemässen Anordnung strömt das rückgeführte Abgas in die Nebenkammer oder Wirbelkammer 8 während der Öffnungszeit des Schliessventiles 20 der Wirbelkammer 8, und zwar über eine Zeitdauer zwischen der Beendigung des Ansaughubes und dem Beginn des Kompressionshubes. Dabei erfolgt dies im Verhältnis zu dem Ansaugunterdruck, der durch die Öffnung des Drosselventils hervorgerufen wird und im Verhältnis zur Anzahl an Umdrehungen zu diesem Zeitpunkt.

Das Rückführabgas wird ausschliesslich in die Wirbelkammer 8 unmittelbar vor Beginn der Aufwärtsbewegung des Kolbens 6 eingegeben und ein wesentlicher Teil des rückgeführten Abgases wird in der Wirbelkammer durch eine aufwärts gerichtete Luftströmung gehalten, die in die Wirbelkammer 8 über eine verengte Durchlasspassage 10 während des Kompressionshubes eingedrückt wird. Dies bedeutet, dass ein Ausströmen des rückgeführten Abgases in die Hauptverbrennungskammer 5 während der vorgenannten Zeitdauer unterbunden wird.

In diesem Zustand, d.h. der ausschliesslichen Einführung des rückgeführten Abgases in die Wirbelkammer 8, erfolgt die Einspritzung des Treibstoffes in die Wirbelkammer 8 und dessen Zündung. Dann pflanzt sich unter geeigneter Unterdrückung der Verbrennung die Flamme in die Hauptverbrennungskammer 5 durch die Durchlasspassage 10 fort. Da zu diesem Zeitpunkt in der Hauptverbrennungskammer 5 kein Überschuss an rückgeführtem Abgas vorliegt, ergibt sich ein stabiler Treibstoffnebel, der in Gegenwart ausreichender Frischluft vollständig verbrennt.

Während der Anfangszeit der Verbrennung wird die Erzeugung von NOx-Gas, von dem beim herkömmlichen System eine grosse Menge entstand, in wesentlichem Umfang durch die Gegenwart des vorerwähnten inerten rückgeführten Abgases unterdrückt. Da

ferner in der Hauptverbrennungskammer kein Überschuss an rückgeführten Abgas vorliegt, erfolgt die Diffusionsverbrennung des Treibstoffes sehr stetig, was zu einer erheblichen Abnahme des Anfalles an HC-Produkten führt.

Die Versorgung mit rückgeführten Abgas sollte im Nieder- bis Mittellastbereich, der am häufigsten vorliegt, ausreichend sein. In diesem Bereich ist die Öffnungsweite des Drosselventils 30 vergleichsweise gering, was zu einem beträchtlichen Einlassunterdruck führt. Daher wird eine ausreichende Menge an rückgeführten Abgas durch den hohen in der Abgasrückführleitung 15 wirkenden Differenzunterdruck eingegeben.

Wenn eine hohe Abtriebsleistung beim Start oder bei rascher Beschleunigung oder dgl. erforderlich ist, öffnet sich das Drosselventil 30 weit, um eine Absenkung der Ladungseffektivität an Einlassluft zu verhindern und ferner die Abgasrückführmenge durch Verringerung des Einlassunterdruckes herabzusetzen, so dass eine ausreichend grosse Abtriebsleistung des Motors gewährleistet ist.

Bei einer sehr grossen Belastung mit abgeschaltetem Lastschalter 33 der Treibstoffpumpe wird das elektromagnetische Ventil 31 freigegeben, um die Abgasrückführung zu unterbrechen und eine grössere Abtriebsleistung hervorzurufen.

Das elektromagnetische Ventil 31 wird ferner durch Ausschalten des Thermoschalters 32 freigegeben, wenn sich der Motor im kalten Zustand befindet, um die Abgasrückführung abzutrennen und das Aufwärmen des Motors zu beschleunigen.

Um ferner die Einführung von nur der minimal erforderlichen Abgasrückführmenge in die Wirbelkammer 8 zu erleichtern, ist

ist notwendig, die Leckverluste an rückgeführten Abgas von der Wirbelkammer 8 durch die verengte Durchlasspassage 10 in die Hauptverbrennungskammer 5 während des Ansaughubes im wesentlichen auszuschliessen.

Zu diesem Zweck muss das Schliessventil 30 an der Wirbelkammer 8 vergleichsweise verzögert gegenüber dem Einlassventil 4 in die Hauptverbrennungskammer 5 betrieben werden.

Der Zylinderdruck ist nahezu gleich oder höher als der Atmosphärendruck während der Zeit, die vom Ende des Ansaughubes bis zum Beginn des Kompressionshubes verstreicht. Daher führt eine Öffnung des Schliessventiles 30 zu diesem Zeitpunkt nicht zu einer Einführung einer ausreichenden Menge an rückgeführtem Abgas.

Zur Vermeidung einer derartigen Situation, kann eine synchron zur Motordrehung betriebene Pumpe 35 aufstromseitig des elektromagnetischen Ventils 31 gemäss Fig. 4 vorgesehen werden, die das rückgeführte Abgas unter Druck zuliefern kann.

In Fig. 4 betrifft das Bezugszeichen 36 ein Rückschlagventil, das sich öffnet, um das Abgas für die Rückführung der Ansaugseite der Pumpe 35 zuzuführen. Der eingestellte Auslösedruck kann im Verhältnis zur Motorbelastung gewählt werden. In diesem Fall kann das Rückschlagventil den Auslösevorgang bewirken, wenn der Druck an der Wirbelkammerseite höher als ein bestimmter Wert beim Vollastbetrieb wird.

Fig. 6 und 7 zeigen eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der der Abgasrückführvorgang unter Ausnutzung des hohen Abgasdruckes bewirkt wird, der unmittelbar nach Öffnung des Abgasventiles 37 entsteht.

Bei einem Viertakt-Vierzylindermotor findet z.B. die Verbrennung in jedem Zylinder nacheinander nach jeweils zwei Umdrehungen statt.

Bei einem Vierzylindermotor mit einer Treibstoffeinspritzfolge in die Zylinder 1, 3, 4, 2 überlappt sich der Beginn des Ausstosshubes von Zylinder 1 mit dem Ende des Ansaughubes von Zylinder 4 und in gleicher Weise überlappen sich die Zylinder 3 und 2, 4 und 1, 2 und 3 nacheinander.

Wie in Fig. 6 gezeigt, ist die Abgasrückführleitung 15d für Zylinder 4 mit der Auslassöffnung 38 von Zylinder 1 und in gleicher Weise die Abgasrückführleitung 15c von Zylinder 3 mit der von Zylinder 2, die Abgasrückführleitung 15b von Zylinder 2 mit der von Zylinder 3 und die Abgasrückführleistung 15a von Zylinder 1 mit der von Zylinder 4 verbunden.

Die Einlassöffnung der betreffenden Abgasrückführleitungen 15a bis 15d ist an einer Stelle nahe dem betreffenden Auslassventil 37 vorgesehen, damit das rückgeführte Abgas wirksamer in die betreffende Wirbelkammer durch den dynamischen Druck zu Beginn der Ventilöffnungszeit eingedrückt wird.

Fig. 7 zeigt die Verbindung der Abgasrückführleitungen 15a und 15d, die den Zylindern 2 und 4 zugeordnet sind.

Durch diese Anordnung ist eine Rückführung der erforderlichen Menge an Abgas möglich, ohne dass eine Pumpe 35 wie bei der vorliegenden Ausführungsform nach Fig. 4 vorgesehen werden muss.

Vorzugsweise wird ein eine Gegenströmung verhinderndes Ventil, z.B. ein Einwegventil, zwischen den Abgasrückführleitungen 15a-15d angeordnet, um eine durch die Abgas-

pulsation hervorgerufene Gegenströmung zu verhindern.

Wenn ein elektromagnetisches Ventil 31' so ausgelegt ist, dass es gleichzeitig sämtliche Abgasrückführleitungen 15a-15d öffnet oder schliesst, kann nur ein Ventil vorgesehen werden.

Wenn gemäss einem weiteren Merkmal der Erfindung als Ventileinrichtung ein elektromagnetisches Ventil vorgesehen ist, das synchron zum Motordrehwinkel arbeitet, lässt sich gleichzeitig die Abgasrückführmenge steuern, ohne dass das elektromagnetische Ventil 31 in der Sammelleitung 23 vorgesehen werden muss, indem in den elektrischen Arbeitsstromkreis ein Thermoschalter 32 und ein Belastungsschalter 33 eingesetzt werden.

In diesem Fall jedoch sollten in jeder einzelnen Abgasrückführleitung 15 elektromagnetische Ventile vorhanden sein.

Da, wie vorausgehend erläutert, erfindungsgemäss das rückgeführte Abgas ausschliesslich in die Wirbelkammer eingeleitet wird, kann die Bildung von NOx in wirksamer Weise durch die minimal erforderliche Menge an rückgeführtem Abgas herabgesetzt werden und lässt sich ferner die Bildung von nicht verbranntem Gas, z.B. HC·CO oder dgl., wesentlich unterdrücken. Daneben wird ein weiterer Effekt erzielt, indem die Verbrennungsgeräusche abnehmen, da ein plötzlicher Druckanstieg bei Beginn der Verbrennung nicht auftritt.

Da ferner die Einführung einer überschüssigen Menge an rückgeführtem Abgas in die Hauptverbrennungskammer vermieden wird bzw. das Abgas auf ein ausreichendes Mass beschränkt ist,



wird der Ausnutzungsfaktor der Luft im späten Zeitpunkt der Verbrennung höher, was weiter dazu beiträgt, die Bildung von Rauch zu unterdrücken, der z.B. durch Auspuffen der Verbrennungsflamme entstehen kann.

- 23 -

Nummer: 29 24 926  
Int. Cl. 2: F 02 D 21/08  
Anmeldetag: 20. Juni 1979  
Offenlegungstag: 17. Januar 1980

F 13 955 - G1

PATENTANWÄLTE  
FRIEDRICH - DR. KINKELDEY - DR. STUBBINS  
DR. SCHULMANN - JAKOB - DR. BEZOLD  
24. Sep. 1979

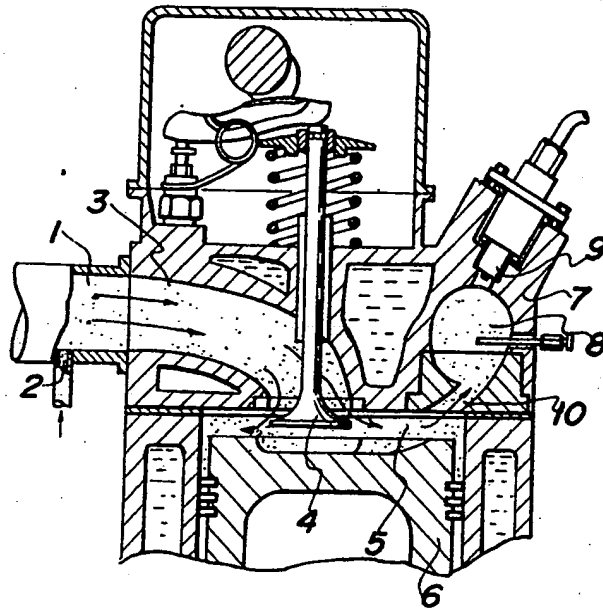
2924926

**FIG. 1**

STAND DER TECHNIK

NACHGERECHT

Fig. 1 - Fig. 8

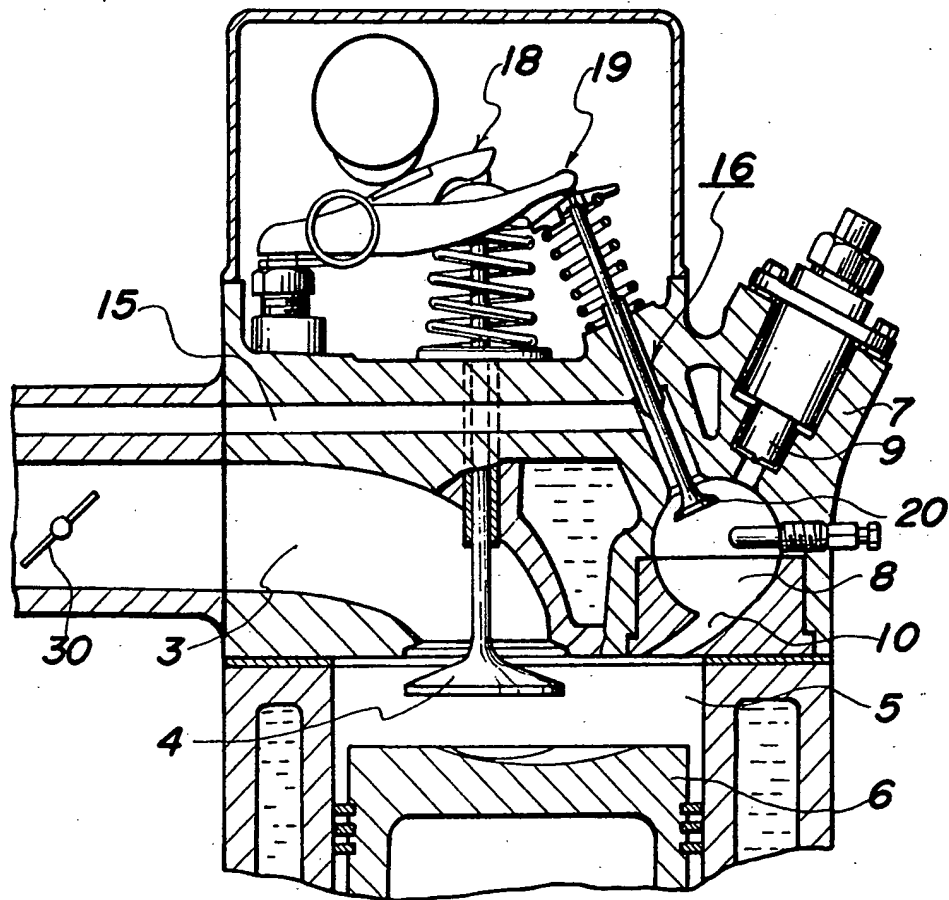


909883/0693

-17- 25.08.79

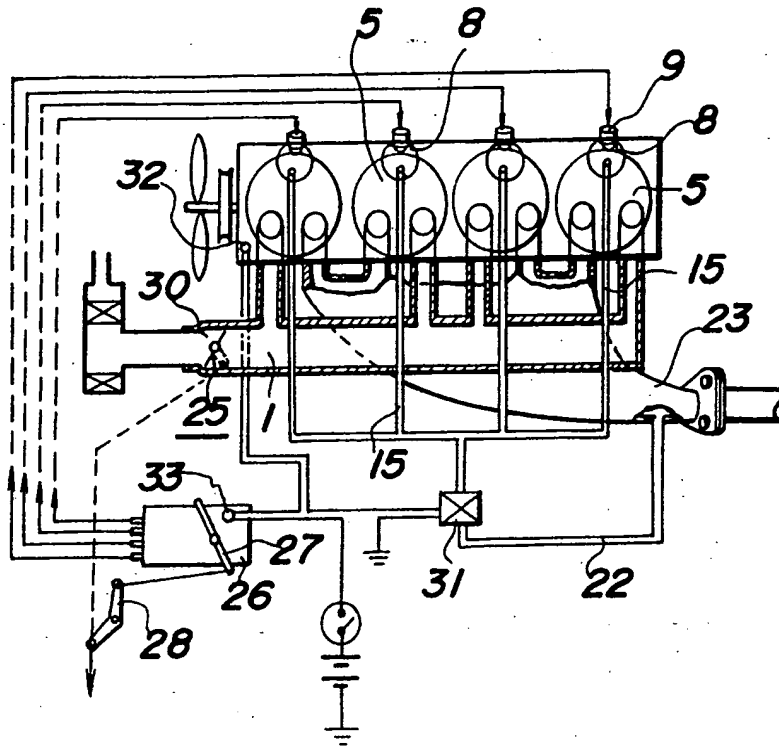
2924926

**FIG\_2**



909883/0693

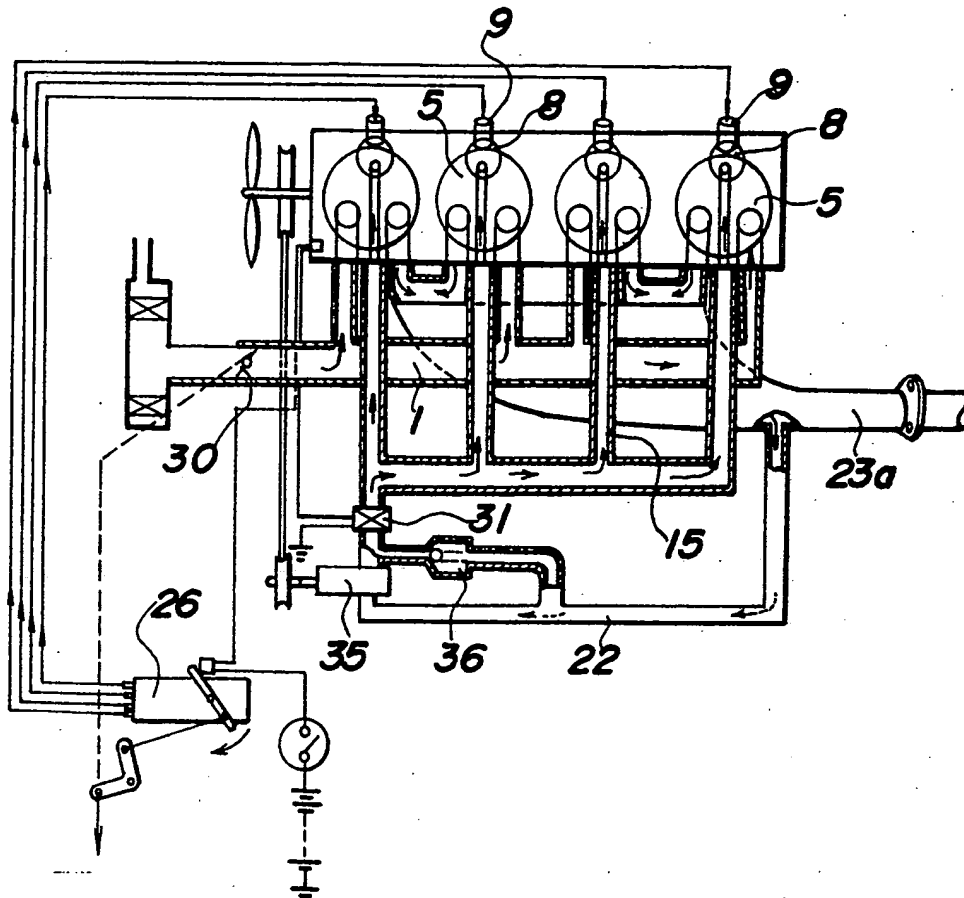
**FIG\_3**



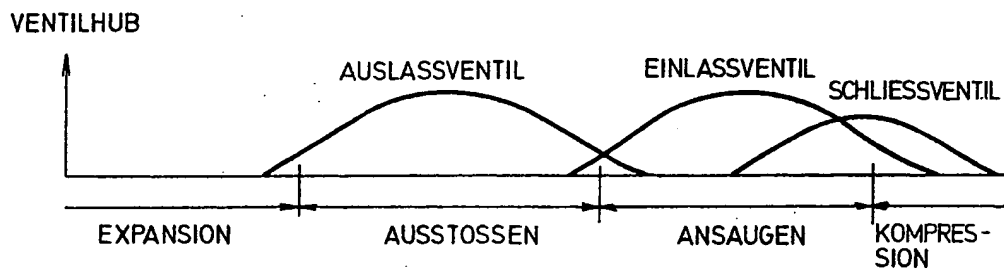
- 19- 25.09.79

2924926

**FIG. 4**



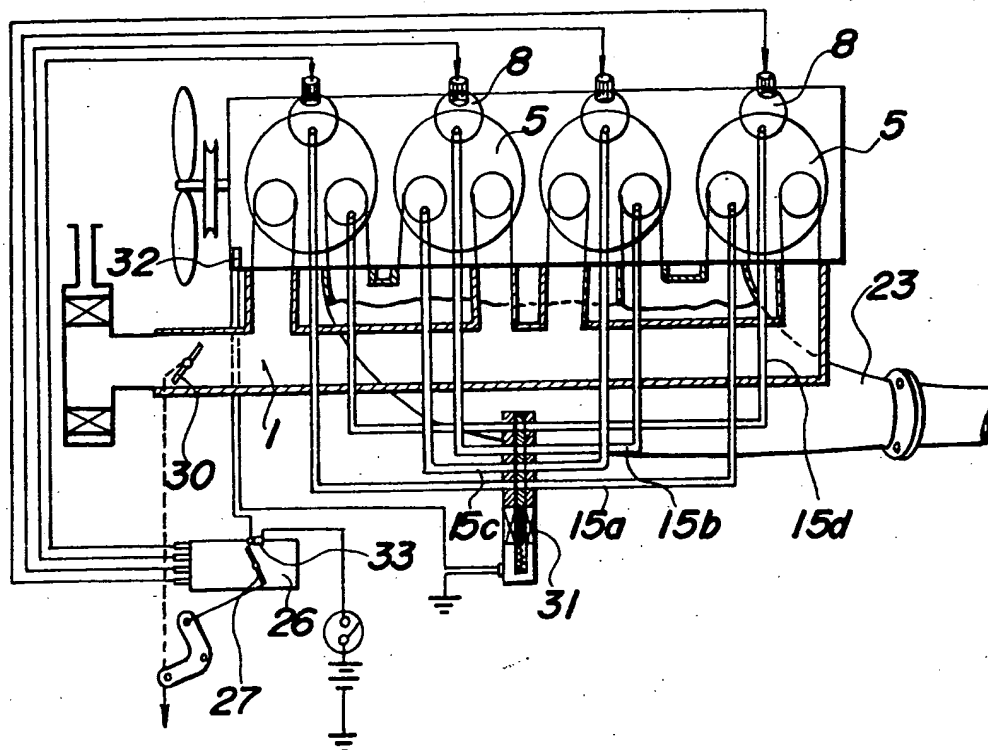
**FIG. 5**



909883/0693

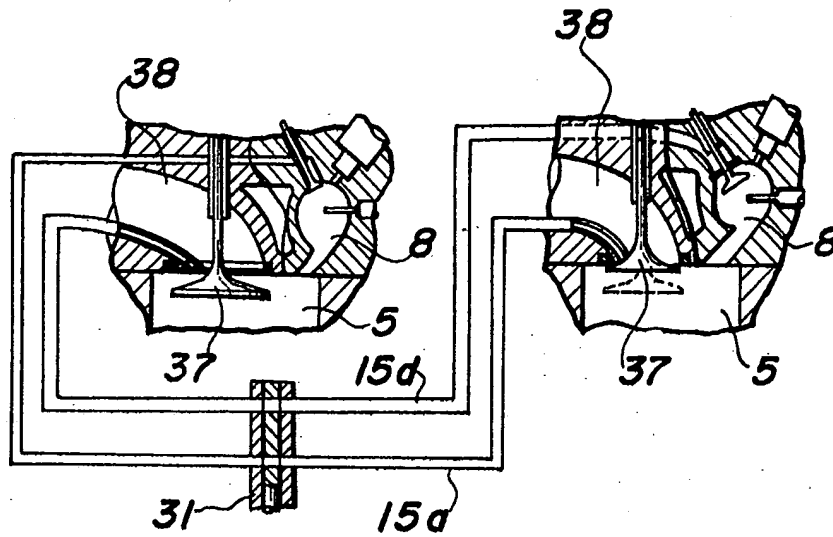
2924926

**FIG. 6**



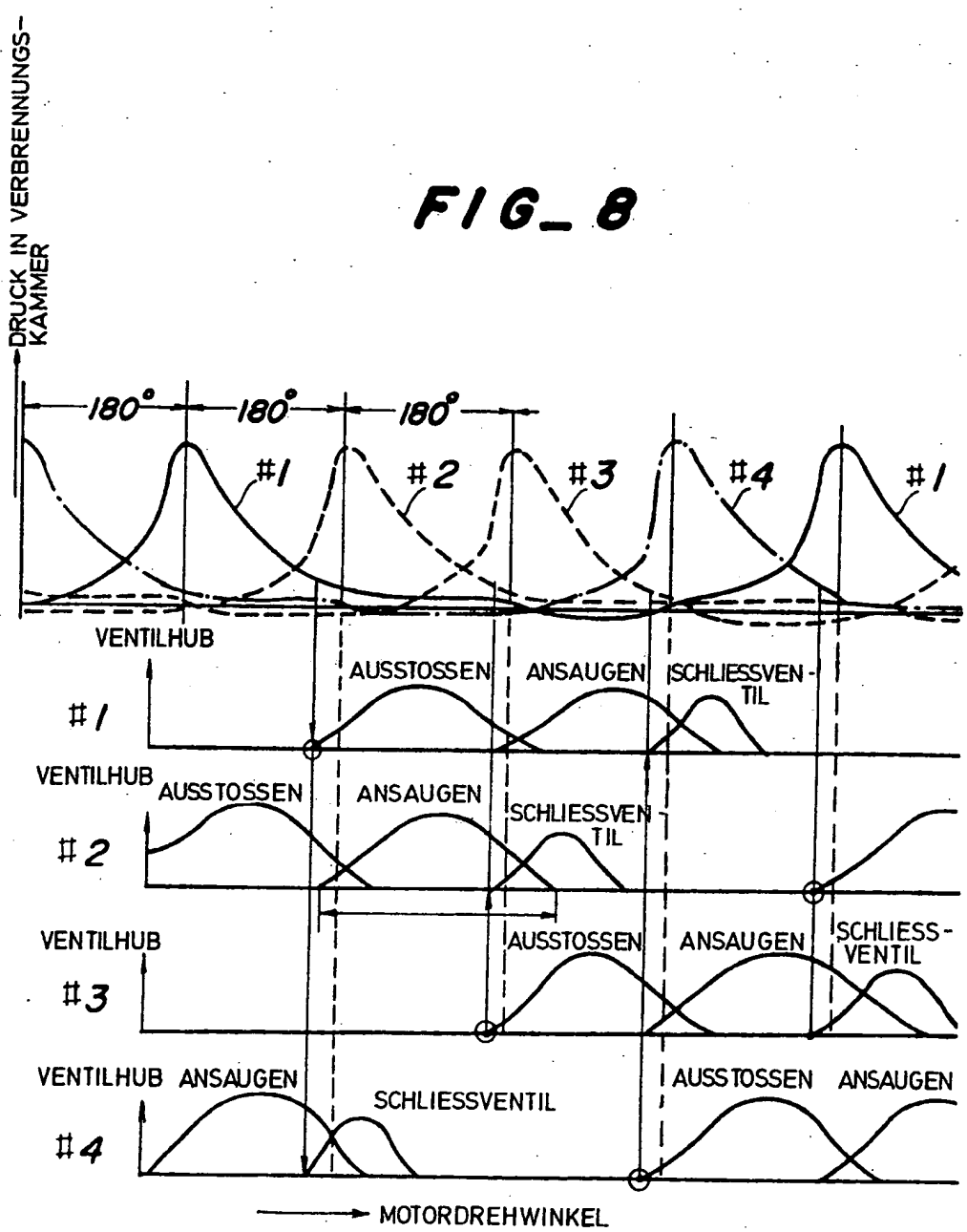
909883/0693

**FIG. 7**



2924926

FIG. 8





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**